

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-144841

(43)Date of publication of application : 04.06.1990

(51)Int.Cl.

H01J 37/317
H01J 37/04
H01J 37/244
H01L 21/265

(21)Application number : 63-299240

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 26.11.1988

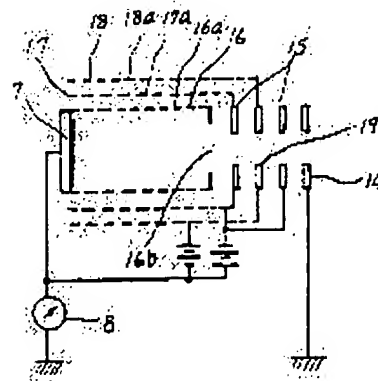
(72)Inventor : SAKAI KATSUHIKO
KOIKE HIDEMI

(54) ION IMPLANTATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the inside of Faraday cup from being filled with a gas by providing exhausting holes on the cylinder surface of a cylindrical electrode which is the main body of a Faraday cup.

CONSTITUTION: An ion beam from an ion source enters into a Faraday cup 16 through an earth electrode 14 and suppressor electrodes 15 and 19, and is radiated to a material 7 subjected to ion implantation. In this case, a gas generated from the material subjected to ion implantation passes through exhausting holes 16a provided on the surface of a cylindrical electrode Faraday cup, and the gas is exhausted to the outside through the meshes 17a and 18a of electrode meshes 17 and 18. In this way, the inside of the Faraday cup 16 can be prevented from being filled with gas also the leakage of gas from the inlet of the ion beam of the Faraday cup 16 can be almost eliminated by exhausting the gas generated at the time of ion implantation from the meshes of the Faraday cup 16 and the meshes of electrode meshes 17 and 18 that surround the Faraday cup, thus the leakage of secondary electrons and secondary ions are prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A) 平2-144841

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)6月4日

H 01 J 37/317
37/04
37/244
H 01 L 21/265

C 7013-5C
A 7013-5C
7013-5C

7522-5F H 01 L 21/265 Z

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全8頁)

⑭ 発明の名称 イオン打込み装置

⑰ 特 願 昭63-299240

⑱ 出 願 昭63(1988)11月26日

⑲ 発 明 者 酒 井 克 彦 茨城県勝田市市毛882番地 株式会社日立製作所那珂工場
内

⑲ 発 明 者 小 池 英 巳 茨城県勝田市市毛882番地 株式会社日立製作所那珂工場
内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

イオン打込み装置

2. 特許請求の範囲

1. ファラデーカップの本体となる筒状電極に、その底部を構成するよう被打込み物を配置し、この被打込み物にイオンビームを打込む手段と、イオン打込み時に生じるイオン電流を測定する手段とを備えるイオン打込み装置において、前記筒状電極の筒面に、イオン打込み時にファラデーカップ内に生じるガスを外部に放出させるための排気孔を設けてなることを特徴とするイオン打込み装置。

2. ファラデーカップの本体となる筒状電極に、その底部を構成するよう被打込み物を配置し、この被打込み物にイオンビームを打込む手段と、イオン打込みのイオン電流を測定する手段とを備えるイオン打込み装置において、

前記筒状電極の筒面に、イオン打込み時にファラデーカップ内に生じるガスを外部に放出さ

せるための排気孔を設けると共に、この排気孔の周囲に電場及び磁場の少なくとも1つを形成してなることを特徴とするイオン打込み装置。

3. 第1請求項又は第2請求項において、前記筒状電極は、メッシュ状の電極で、その網目が前記排気孔を構成してなるイオン打込み装置。

4. ファラデーカップの本体となる筒状電極に、その底部を構成するよう被打込み物を配置し、この被打込み物にイオンビームを打込む手段と、イオン打込みのイオン電流を測定する手段とを備えるイオン打込み装置において、

前記筒状電極の筒面に、イオン打込み時にファラデーカップ内に生じるガスを外部に放出させるための排気孔を設けると共に、前記排気孔は、外側が見通せない曲折した通路構造にしてなることを特徴とするイオン打込み装置。

5. 第4請求項において、前記筒状電極は、外側が見通せないよう折り曲げられた多数の環状遮蔽板を所定の間隔をあけつつ筒形を呈するよう配列してなり、これらの環状遮蔽板間の間隔が

前記排気孔を構成してなるイオン打込み装置。
6. 第4請求項又は第5請求項において、前記排気孔の周囲に電場及び磁場の少なくとも1つを形成してなるイオン打込み装置。

7. 被打込み物にイオンビームを打込む手段と、イオン打込みのイオン電流を測定する手段とを備えるイオン打込み装置において、

前記被打込み物の前方位置に、イオンビーム通過経路を妨げることなく該被打込み物のイオンビーム照射面を包囲するようにして、電場及び磁場の少なくとも1つよりなるバリアを形成してなることを特徴とするイオン打込み装置。

8. 第2請求項、第3請求項、第6請求項及び第7請求項のいずれか1項において、前記電場は、筒状の正及び負の電場を少なくとも2重に形成してなることを特徴とするイオン打込み装置。

9. 第2請求項、第3請求項、第6請求項、第7請求項及び第8請求項のいずれか1項において、前記電場は、多数の排気孔を有するか又はメッシュ状に形成された筒状電極を2重に配置して、

このイオン打込みは、通常イオンビームをX、Y方向に走査して行われる。被打込み物7は、ファラデーカップ6の底部を構成するもので、被打込み物に打込まれたイオンは、被打込み物中に静止し、そのイオン電荷がイオン電流となって、電流計8で測定される。

この測定電流は、イオンのドーズ量を知る目安となるもので、設定されたドーズ量に達すると、イオン打込みが中止される。

ところで、イオン打込みに使用されるイオンビームは、高エネルギーなので、被打込み物に衝突すると、被打込み物から2次電子、2次イオンが放出される。この2次電子や2次イオンがファラデーカップ外部にリークされると、イオン電流に変動をきたすため、正確なイオン電流が測定できなくなる。具体的には、例えば2次電子のリーク(放出)は、電流測定器8に正電荷の流入と同様に測定され、実際の打込みイオン量よりも多く測定される。

そこで従来は第2図に示すように、ファラデー

これらの筒状電極に正及び負の電圧を印加してなるイオン打込み装置。

10. 第2請求項、第6請求項及び第7請求項のいずれか1項において、前記磁場の磁力線の方が前記イオンビームと同軸方向に向いて、その磁束の一部が前記イオンビームの通過経路と重なるように設定してなることを特徴とするイオン打込み装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はイオン打込み装置に係り、更に詳細には被打込み物の周辺構造に関する。

〔従来技術〕

第5図は、従来のイオン打込み装置の概要を示す構成図で、イオン源1から引き出されたイオンビーム2は、分析管3で目的イオンから不要イオンを分離した後、アース電極4、サブレッサ電極5を通過して、ファラデーカップ6に配置された被打込み物(例えば半導体ウエハ)に衝突し、イオンが打込まれる。

カップ6のビーム入口近くにサブレッサ電極5を設ける。このサブレッサ電極は、負側がファラデーカップ入口近くにセットされることで、ファラデーカップから入口を通して飛び出そうとする2次電子(負の電荷)を反発力でカップ内に戻し、また2次イオン(正の電荷)を吸収して再びファラデーカップ側に戻している。

なお、この種の従来装置としては、例えば米国特許第4011449号に記載されたものがある。

〔発明が解決しようとする課題〕

前述した従来技術は、イオン打込みの際に被打込み物から生じる2次電子や2次イオンを捕獲する点では、十分な機能を果たし、本来のイオンビーム(1次イオン)に基づきイオン電流値を精度良く測定するが、被打込み物がイオン打込みによりガスが生じやすいものの場合には、次のような改善すべき点があった。

例えば、イオンビーム電流が10mA級で、被打込み物の表面に樹脂性の膜等がある場合(具体的には、半導体ウエハ上にレジスト膜がある場合

など)には、イオン打込み時に非打込み物から有機ガスが生じる。そして、従来のファラデーカップは、そのイオンビーム入口しかガスの逃げ口がないので、ガスがファラデーカップ内に充満しやすく、更にガスはイオンビーム入口の開口を通過してイオンビームライン上流へ拡散する。このような現象が生じると、イオンビームがファラデーカップに入る前にガスと衝突して、イオンビームの一部がガス中に含まれた遊離電子と結合して中性化してしまう。また、ファラデーカップ内でガスがイオンビームと衝突してイオン化され、ガスの一部がイオンの状態で排気されるため、ファラデーカップ内の電荷が減少し、いわゆる電流リークと同じ現象をおこしてしまう。いずれの場合にも測定すべきイオン電流に変動をきたし、正確なイオン電流を測定できない問題があった。

また電流計測系に2次電子等のサプレッサ電極のような高電圧電極がある場合、真空度低下により放電が生じるおそれがあり、ノイズ発生、電源破損の要因となりやすい。

の排気手段(この排気手段は、ファラデーカップのイオンビーム入口を通さないでガスをカップ外部に放出させるものである)を設けるほかに、ガス放出時に2次電子、2次イオンがガスと紛れ込んで外部にリークすることを防止する手段を設ける。

すなわち、第2の課題解決手段は、

前記筒状電極の筒面に、イオン打込み時にファラデーカップ内に生じるガスを外部に放出させるための排気孔を設けると共に、この排気孔の周囲に電場及び磁場の少なくとも1つを形成してなる。

第3の課題解決手段は、前記第2の課題解決手段のような電場、磁場を用いることなく、これに代えてファラデーカップに設けた排気孔自身の構造を、外側が見通せない曲折した通路構造にしてなる。

次に第4の課題解決手段は、ファラデーカップを用いなくとも前記目的を達成できるよう配慮したもので、そのために、被打込み物の前方位置に、イオンビーム通過経路を妨げることなく該被打込

更に発生したガス物質がイオンビーム打込み時のミキシング作用によって、被打込み物に打ち込まれるといった汚染の問題、ガス物質が集積して、異物として問題となる大きさまで成長し、特に半導体ウエハへの打込み時に悪影響をあたえることが懸念される。

本発明は、以上の点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、イオン打込み時に被打込み物から生じるガスの発生、充満に起因する問題を解決することにある。

(課題を解決するための手段)

第1の課題解決手段は、主にファラデーカップ内のガス充満を防止するためのもので、この目的達成のために、

ファラデーカップの本体となる筒状電極の筒面に、イオン打込み時にファラデーカップ内に生じるガスを外部に放出させるための排気孔を設ける。

更に、第2、第3の課題解決手段は、ファラデーカップ内に生じるガスを外部に放出させるため

み物のイオンビーム照射面を包囲するようにして、電場及び磁場の少なくとも1つよりなるバリアを形成してなる。

(作用)

第1の課題解決手段によれば、ファラデーカップの本体となる筒状電極の筒面に排気孔を設けることから、イオン打込み時に被打込み物から生じるガスがファラデーカップのイオンビーム入口を通さないでカップ外部に放出させることができ、ファラデーカップ内にガスが充満することを防止できる。

次に第2の課題解決手段によれば、第1課題解決手段同様にイオン打込み時に被打込み物から生じるガスをファラデーカップのイオンビーム入口を通さないでカップ外部に放出させることができる他に、前記排気孔の周囲に設けた電場及び磁場の少なくとも1つにより次の作用がなされる。

例えば、前記排気孔の周囲に正及び負の電場を少なくとも2重に形成すれば、排気孔を通してファラデーカップ内の2次電子、2次イオンが通過

しようとしても、2次電子を負の電場により、2次イオンを正の電場によりその通過を防ぐことができる。

例えば、2次電子は高々100eV程度であるので、ファラデーカップ排気孔部に数100Vの負の電圧を印加したメッシュの電極を設けると、2次電子の通過を有効に防止できる。また同様に数100Vの正の電圧を印加した場合、2次イオン（正イオン）の通過を防げる。すなわち、正、負の電場が排気孔周辺に存在することで、荷電粒子はファラデーカップにて捕獲され、電荷を持っていない中性ガスのみをイオンビーム入口を通さずに排気することができる。

また電場に代えて排気孔の周囲に磁場を設ければ、2次電子や2次イオン等の荷電粒子が磁場によって進行方向が曲げられ、磁場が十分に強ければ進行方向を曲げるだけでなく、2次イオンをリターンさせることができ、換言すれば、その磁場に荷電粒子を捕獲し電荷を持っていない中性ガスのみを排気することができる。

で捕獲できる。

2次イオンのエネルギーも2次電子とほぼ同等と思われるが、質量が大きいので、この程度の磁場では捕獲されずに通り抜けてしまうおそれがある。このためには、磁場の大きさをそれ以上にするか或いは以下の第3課題解決手段に述べるように排気孔を曲折した通路構造とすることが好ましい。

第3の課題解決手段によれば、排気孔の通路壁が曲折するので、2次電子や2次イオンが排気孔を通過しようとする、この通路壁に衝突して跳ね返るか通路壁に吸着される。この場合、通路壁に衝突する粒子エネルギーは低いので、通路壁から生じる電子、イオン（ここではこれらを3次電子、3次イオンと称する。）等の3次荷電粒子は少なく、また電子の衝突だけでは3次イオンは発生しない。また衝突して跳ね返った場合、2次粒子のエネルギーは確率的に低下し、通路壁での衝突を繰り返すと、最終的には2次イオン、2次電子が通路壁に吸着される。

ここで、2次電子をトラップさせるに必要な磁場強度を第4図に基づき算出してみる。

第4図のAはファラデーカップ、Bはファラデーカップの側面に設けた排気孔、Cは2次電子の通路、Gは磁場の磁力方向を示す。2次電子のエネルギー E_e は数十eV、磁場の粒子通過方向長さ L を数cmとすると、磁場による電子の旋回半径 R が L よりも小さければ、2次電子は以下の式からこの磁場を通過することができない。

$$E_e = 100 \text{ eV}, R < 1.0 \text{ cm}$$

とし、荷電粒子と磁場の関係式を

$$RB = 144 \sqrt{MeE_e}$$

ただし、 M は電子の質量（原子量換算）、 B は磁束密度（ガウス）で、以上から、

$$R < \frac{144 \sqrt{MeE_e}}{B} = 1.0 \text{ (cm)}$$

$$\therefore B > \frac{144 \sqrt{5.5 \times 10^{-4} \times 100}}{1.0} \approx 34 \text{ (ガウス)}$$

従って、ファラデーカップの排気孔付近には、50ガウス程度の磁場があれば、2次電子は磁場

に従って、2次電子、2次イオンが排気孔を通過するとき、何回かかならず通路壁に衝突する構造とすることで、電荷をもっていない中性ガスのみを排気し、荷電粒子を捕獲することができる。なおこの方式は、ガス圧が高くなると中性ガスと共に2次イオンが排気される恐れがあるので、前述の第2の課題解決手段で用いた電場、磁場方式と併用すればより確実性がある。

次に第4の課題解決手段によれば次の作用がなされる。本課題解決手段は、被打込み物の前方位置に被打込み物のイオンビーム照射面を囲むようにして電場及び磁場の少なくとも1つよりなるバリアを形成する。そして、バリアとなる電場及び磁場自身はガスを通過させる性質を有するが、前述の第2課題解決手段でも述べたように2次電子、2次イオンを捕獲することができるので、有形のファラデーカップに排気孔と電場や磁場を組み合わせた前記課題解決手段と同様に荷電粒子を捕獲し、中性ガスをこのバリアを通して、排気させることができる。なお、電場でバリアを形成する場

合には少なくとも、正、負の2重の電場で形成するが好ましい。

〔実施例〕

本発明の実施例を第1図ないし第3図に基づき説明する。

第1図は、本発明の第1実施例を示すもので、イオン打込み箇所付近を表している。

第1図において、16はファラデーカップの本体となる筒状電極で、金属メッシュで構成され、その網目16aが排気孔を形成している。被打込み物7は、例えば半導体ウエハで構成され、ファラデーカップの底部となるよう配置される。ファラデーカップ16は電流計8を介してアースされる。

ファラデーカップ16の外周には、2重の筒状電極メッシュ17、18が配置される。電極メッシュ17は、イオンビーム入口側に配置された負のサブレッサ電極15と接続され、ファラデーカップ16の外周を囲むようにして配置される。この電極メッシュ17の電位は、 $-100\text{V} \sim -2$

kV程度である。電極メッシュ18は、電極メッシュ17の外周に配置され、イオンビーム入口16bに配置された正電圧のサブレッサ電極19と接続される。

本実施例によれば、イオン源からのイオンビームは、アース電極14、サブレッサ電極15、19を通してファラデーカップ16内に入り被打込み物7に照射される。この場合、被打込み物がレジスト付き半導体ウエハのような場合には、イオン打込み時に有機ガスが発生しやすいが、この発生ガスは、筒状電極（ファラデーカップ）16の筒面に設けた排気孔（網目）16aを通り、更に電極メッシュ17、18の網目17a、18aを通して外部に排出される。

またイオン打込み時に生じる2次電子、2次イオンは、ファラデーカップ16の排気孔16aを通して外部に出ようとするが、2次電子については、電極メッシュ17によって形成される負の電場の反発力をうけてファラデーカップ側にもどされ、2次イオンは電極メッシュ18の正の電場の

反発力を受けてファラデーカップ側にもどされる。

また、ファラデーカップ16のイオンビーム入口16bから外部にでようとする2次電子は、負のサブレッサ電極15の反発力を受け、2次イオンは正のサブレッサ電極19の反発力を受けて、ファラデーカップ側にもどされる。更に本実施例では、正、負のサブレッサ電極19、15は、ファラデーカップ16との間で回路ループを形成するので、2次電子の一部は、正のサブレッサ電極19で吸収され、2次イオンの一部は、負の電極15で吸収されてファラデーカップ側に戻される。

すなわち、ファラデーカップからリークしようとする荷電粒子は、電極メッシュ17、18及びサブレッサ電極15、19で捕獲され、電荷を持っていない中性ガスのみが被打込み物及びイオンビームを囲む電極メッシュ17、18の網目17a、18aから排気される。

従って、本実施例によれば、イオン打込み時に生じる被打込み物のガスをファラデーカップ16

の網目及びこれを取り囲む電極メッシュ17、18の網目から排気させて、ファラデーカップ16内のガス充満をなくし、且つファラデーカップ16のイオンビーム入口から流出するガスをほとんど無くすることができ、しかも2次電子、2次イオンのリークを防止するので、次のような効果を奏する。

すなわち、レジスト付き半導体ウエハ等にイオンビームを打ち込んで生じるガスのため真空度が低下しても、ガスがイオンビーム入口16bから流出する現象を有効に防止して、ガスとイオンビームとの衝突を回避し、加えて2次電子、2次イオンなどの荷電粒子の捕獲をファラデーカップの筒面及びイオンビーム入口付近にて有効に行うので、イオンビームの電流値が変動することなく正確に測定することができる。更に極度の真空度低下時に生じるサブレッサ電極等での放電の恐れもなく装置の安全性を高めることができる。

またファラデーカップに専用の排気孔を確保することによって、ファラデーカップ内でのガス充

滴を無くすことで、イオンビームのミキシング作用によって打込み室付近にあるガス物質が被打込み物に打ち込まれるといった不具合をなくし、ミキシング作用による被打込み物の汚染や、ガス物質が集結して異物となって被打込み物への正常な打込みを阻害するといった事態を防止することができる。更にガス物質が周囲の構成物に付着することによる汚れの問題、ひいてはメンテナンスの問題も軽減できる。

次に第2図及び第3図に基づき第2実施例を説明する。

第2図は、第2実施例におけるイオン打込み装置の打込み箇所を示す図、第3図は一部拡大図である。本実施例は、曲折構造の排気孔を有するファラデーカップとその周辺に設けた磁場バリアによる組み合わせを特徴とする。

すなわち、第2図において、20はファラデーカップで、ファラデーカップ（筒状電極）20は、断面がくの字形に曲折された多数の環状遮蔽板21を所定の間隔をあけて配列したもので、この所

定の間隔により外部が見通せない曲折した排気孔22を構成する。23はファラデーカップ20の筒面外周及び底部外側に配置した永久磁石である。永久磁石23は、ファラデーカップ20の内外側面に磁場24を形成するものである。磁場24の磁束は、イオンビーム2と同軸方向で、イオンビーム2は、磁場24の内側磁束中を通過するように設定される。26は、ファラデーカップ20のイオンビーム入口20bに配置された負のサブレッサ電極、25はアース電極である。

本実施例によれば、イオン打込み時に生じたガスはファラデーカップ20の筒面に形成された排気孔22を通して排気される。このとき、2次電子や2次イオン等の荷電粒子も排気孔22を通過しようとするが、本実施例では排気孔22が曲折した通路構造を採用するので、第3図に示すように中性ガスを含め、ここを通過する粒子はすべて遮蔽板（通路壁）21に衝突する。ここで荷電粒子は、遮蔽板21に衝突すると、遮蔽板21に吸着されるか、跳ね返って減速されて通過する。こ

の減速された荷電粒子は遮蔽板21の外周に配した磁場24によって捕獲される。なお、この磁場24の強度は、前述の発明の作用の項でも述べたように50 Gauss程度あれば良い。

この場合の磁場24は、イオンビーム進行方向と同軸方向に磁力線が向くように構成するが、このようにすればファラデーカップ内側の磁場によっても、2次電子、2次イオンが拘束されるので、ファラデーカップに達しにくく、更に2次電子の発生によって被打込み物にイオン電荷（正電荷）が帯電したときでも磁力線に乗って2次電子が被打込み物に戻り、帯電を抑制する効果が期待できる。

また本実施例によれば、前述した第1実施例同様の効果を期待できる。

以上、二つの実施例を例示したが、本発明はその他にも第1実施例の正、負の2重の電場を磁場のバリアに代えても良く、逆に第2実施例の磁場を正、負の2重の電場に代えても良い。また、2次電子、2次イオンのリークをさほど問題としな

い対象物であれば、ファラデーカップの筒面に排気孔を設けるだけでも、イオン打込み時のガスの充満を防止して、イオンビームとガスとの衝突を防止し、またガス物質がイオンビームのミキシング作用によって被打込み物に打ち込まれるといった事態を回避できるので有効である。また前述した実施例のような有形のファラデーカップを用いることなく、被打込み物の前方位置にファラデーカップに代えて被打込み物のイオンビーム照射面を囲むようにして、電場或いは磁場のバリアを形成してもよい。

（発明の効果）

本発明によれば、次の効果を奏する。

第1の課題解決手段によれば、イオン打込み時のファラデーカップ内のガスの充満を防止して、イオンビームとガスとの衝突を防止し、またイオン打込み処理室の真空度の低下を防止でき、極度の真空度低下によって生じるサブレッサ電極等の放電発生の不具合を回避できる。また、ガス物質がイオンビームによりミキシングされて被打込み

物に打込まれる汚染現象や、ガス物質が集結して正常な打込みを阻害するといった事態を有効に防止することができる。

また第2から第4の課題解決手段によれば、第1の課題解決手段同様の効果を奏するほかに、ガス排気箇所の周辺に2次電子、2次イオンなどの荷電粒子の通過を妨げるバリアを形成することで、イオン電流の変動を防止し正確に測定できるので、イオン打込み精度を向上させることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1実施例の要部を示す構成図、第2図は、本発明の第2実施例を示す構成図、第3図は、第2実施例の一部拡大断面図、第4図は、本発明の作用の一例を示す説明図、第5図は、従来のイオン打込み装置を示す構成図である。

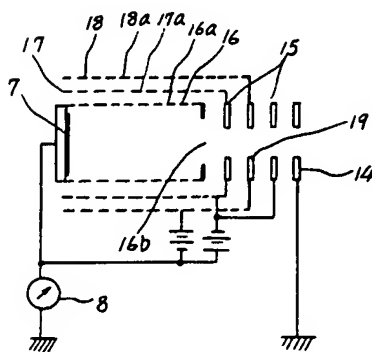
2…イオンビーム、7…被打込み物、8…電流計、15、19…サプレッサ電極、16…ファラデーカップ(筒状電極)、16a…排気孔、17、18…電場(電極メッシュ)、17a、

18a…排気孔、20…ファラデーカップ、21…環状遮蔽板、22…曲折した排気孔、23…磁石、24…磁場、26…サプレッサ電極。

代理人 弁理士 高橋明夫
(他1名)

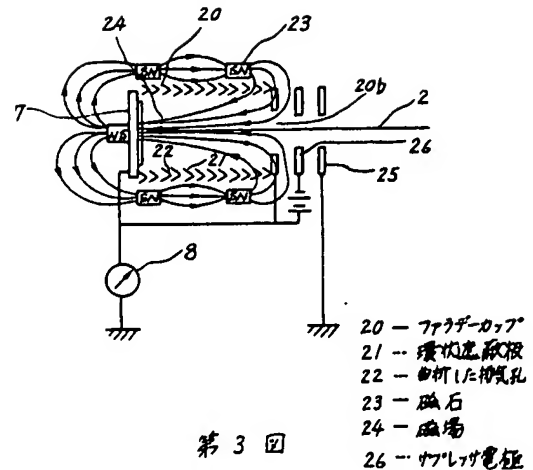


第1図

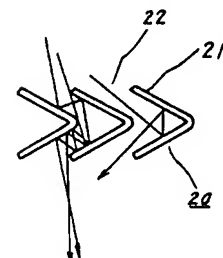


- 7 --- 被打込み物
- 8 --- 電流計
- 15, 19 --- サプレッサ電極
- 16 --- ファラデーカップ(筒状電極)
- 16a --- 排気孔
- 17, 18 --- 電場(電極メッシュ)
- 17a, 18a --- 排気孔

第2図

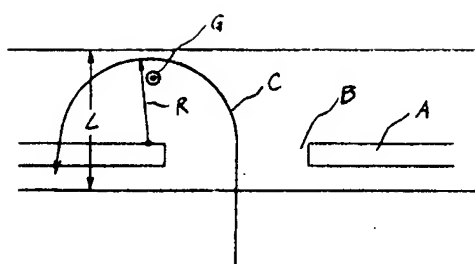


第3図



- 20 --- ファラデーカップ
- 21 --- 環状遮蔽板
- 22 --- 曲折した排気孔
- 23 --- 磁石
- 24 --- 磁場
- 26 --- サプレッサ電極

第4図



第5図

